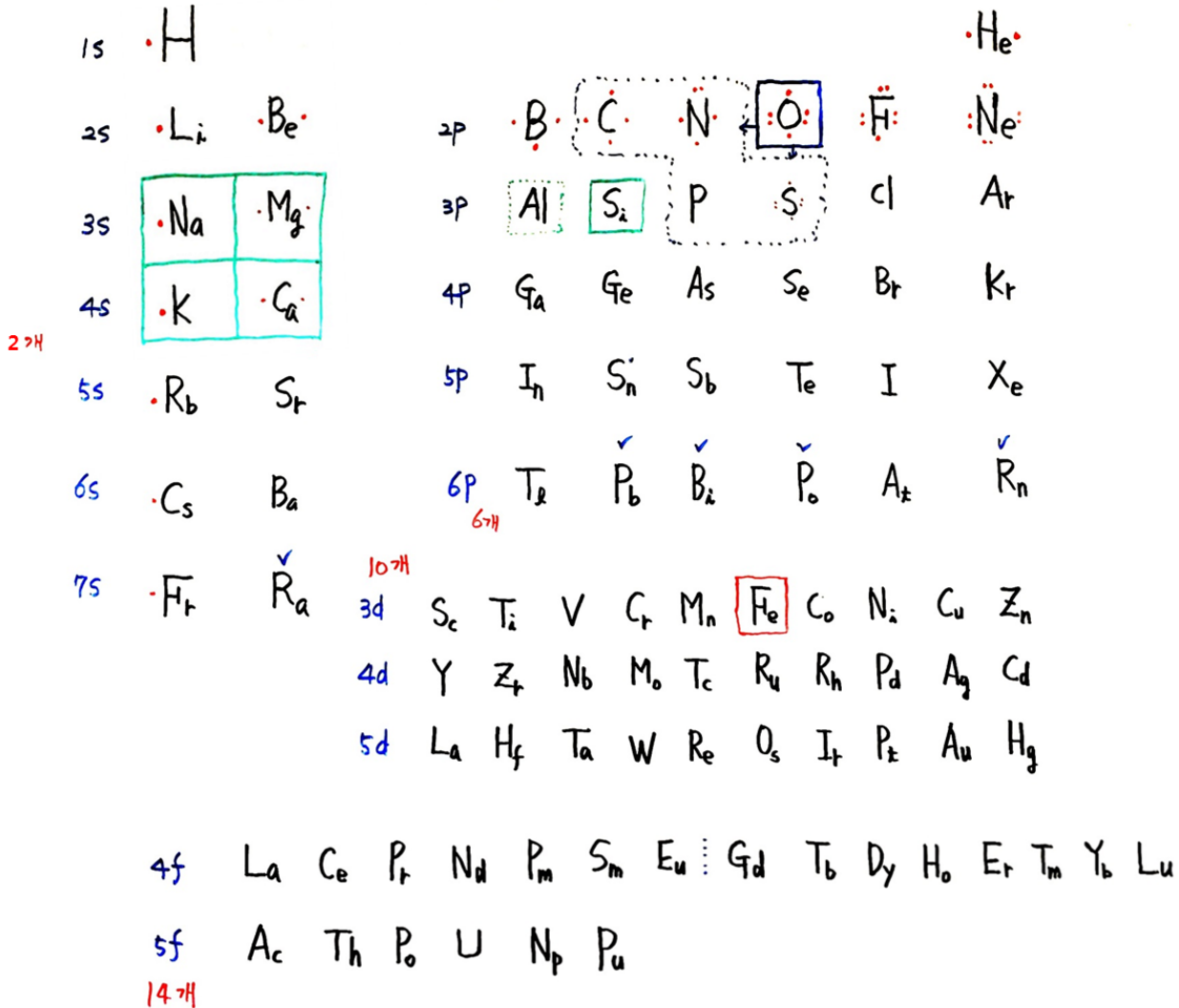


제11회 우주의 진화 7강 노트

(박문호 박사님의 강의를 요약 정리한 내용입니다.)

오늘부터 지구 편으로 들어간다. 여기는 물질세계이다. 보이고 만질 수도 있다. 그러나 여기에도 단단한 코아가 있다. 주기율표이다. 지구에서부터 생명, 사랑, 의식, 미움, 증오 이 모든 것은 주기율표이다. 다른 것 할 필요 없이 주기율표 하나로서 다 끝 난다. 주기율표를 얼마나 능수능란하게 사용하는가의 문제이다. 언제든지 헛갈리지 않고 끄집어 낼 수 있어야 한다. 그러면 그 때부터 물질이 보이고, 암석이 보인다. 암석이 먼저이고 핵심이다. 생명은 한참 뒤의 일이다.

주기율표는 블록 단위로 해야 한다.



주기율표는 S, P, D, F 4개 블록으로 구성되어 있다. 4개의 그룹이 독립적이다.

각 각 독립적으로 활용할 수 있어야 한다.

먼저 S 그룹이다. S그룹은 방이 1개이고 전자가 2개 들어간다.

S 그룹에서 1S에는 수소(H)가 있다. 수소는 우주의 물질 중에서 압도적으로 가장 위대한 존재이다.

우주의 별을 평균하면 70%가 수소이고, 25%가 헬륨, 그리고 나머지 5%가 기타 등등이다.

수소와 헬륨은 빅뱅 당시에 만들어 졌다. 나머지 90개 원소는 수소와 헬륨이 별을 만들고 나서, 그 별 속에서 만들어 진 것들이다. 수소의 자식들이다.

1S: H, 2S: Li, Be, 3S: Na, Mg, 4S: K, Ca, 5S: Rb, Sr, 6S: Cs, Ba, 7S: Fr, Ra

Rb와 Sr은 불꽃 놀이에 폭발과 색깔 내는 데 쓰인다. Ba는 위 조영제로 쓰인다

S 그룹을 다른 것과 연결하지 말고 하나의 독립적인 섬으로 기억해야 한다.

주기율표의 첫 번째 비밀은 수직 방향의 원소들이 성질이 같다는 것이다.

일본 원전 사고 시에 언론에 스트론튬(Sr)이 계속 문제가 되었다. 칼슘(Ca)과 마그네슘(Mg)은 생명체의 필수 요소이다. 칼슘은 단백질에 들어 있고 마그네슘은 엽록체에 들어 있다. 생체 조직이 칼슘과 스트론튬을 구분하지 못하고 스트론튬을 받아 들인다. 최 외각전자가 같기 때문이다. 스트론튬이 세포 속으로 들어가면 방사능을 일으켜 암을 유발한다. 수직 방향으로 성질이 비슷하여 생기는 문제이다.

다음에 바로 p블록을 적는다.

B, C, N, O, F, Ne 첫 줄은 가로로 적고 그 후에는 세로로 적는다. 가로로 6개, 세로로 5개 곱하면 30개 원소이다.

P블록 30개 원소를 한꺼번에 암기해야 한다. 전자 배치(configuration) 는 2p에서 6p까지 있다.

P 블록은 방이 3개이고 전자가 6개 들어간다.

붕소(B) 밑으로 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 그리고 탈륨(Tl)이다.

탈륨은 맹독성으로 스파이들이 자살용 독약으로 쓰는 물질이다.

탄소 밑으로는 실리콘(Si), 저마늄(Ge), 주석(Sn), 납(Pb)이다. 납은 대단히 많은 물질이다.

질소(N) 밑으로는 인(P), 비소(As), 안티모니(Sb), 비스무트(Bi)이다.

산소(O) 밑으로는 황(S), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 폴로늄(Po)이 있다.

플루오린(F) 밑으로는 염소(Cl), 브로민(Br), 요오드(I), 아스타틴(At)이 있다. 아스타틴은 지구상에 전체 30g정도로 아주 적은 양이 존재한다. 프랑슘(Fr)에 비슷하다.

인공원소에는 관심을 끄는 것이 좋다.

원소번호 103번 이하의 인공 원소는 지구 전체 양을 모아도 몇 g 수준이다.

92가지 원소 중 실제로 사용하는 원소는 15개 정도이다. 생명과 관련되는 것은 6개 정도이다.

네온(Ne) 밑으로는 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 제논(Xe), 라돈(Rn)이 있다. 아르곤은 대기 중 1%정도로 많다.

아르곤은 무겁다. 라돈은 라돈 침대로 문제가 되는 방사능 물질이다.

P그룹은 30개 원소이다.

네온(Ne) 위에 헬륨(He)을 적는다. 불활성 기체들이다.

원소의 화학적 특징은 최 외각 전자가 결정한다. 수소와 수소 밑에 있는 원소들은 최 외각 전자가 하나이다.

베릴륨(Be)은 최 외각 전자가 2개이고 그 이하는 같다.

붕소 3개, 탄소 4개, 질소 5개, 산소 6개, 플루오린 7개, 네온 8개이다. 밑으로 동일하다.

다음은 d그룹(전이 원소)이다. 가로로 10개 원소가 있고 세로로 3개가 있으니 d 그룹도 30개 원소이다. 옆으로 스칸듐(Sc), 티타늄(Ti), 바나듐(V), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 아연(Zn), 이다. 전자 배치는 3d에서 5d까지 있다. d 그룹은 방이 5개 이고 전자가 10개가 들어 간다.

스칸듐 밑으로는 이트륨(Y), 란타넘(La)이다. 란타넘은 숨긴다는 뜻이고, 라이터 돌로 사용하였다. 타이타늄(Ti) 밑에는 지르코늄(Zr)과 하프늄(Hf)이 있다. 하프늄은 코펜하겐의 옛 이름에서 따 왔다. 바나듐(V) 밑에는 니오븀(Nb)과 탄탈럼(Ta)이 있다. 니오베의 아버지가 탄탈로스이다. 크롬 밑에는 몰리브덴(Mo)과 텅스텐(W)이 있다. 망간(Mn) 밑에는 최초의 인공원소인 테크네튬(Tc)과 레늄(Re)이 있다. 철(Fe) 밑에는 루테튬(Ru)과 오스뮴(Os)이 있다. 오스뮴은 고급 만년필 속에 쓰인다. 코발트(Co) 밑에는 로듐(Rh)과 이리듐(Ir)이 있다. 로듐은 장미라는 뜻의 로도스에서 유래했고, 이리듐은 운석 충돌 지역에서 나온다. 공룡 멸종과 관련이 있다. 니켈(Ni) 밑에는 팔라듐(Pd)과 백금(Pt)이 있다. 팔라듐은 수소 함량이 높다. 900배의 수소를 저장할 수 있다. 구리(Cu) 밑에는 은(Ag)과 금(Au)이 있다. 모두 최 외각 전자가 1개라서 전기가 잘 통한다. 그리고 연성이 뛰어나다. 아연(Zn) 밑에는 맹독성 물질인 카드뮴(Cd)과 수은(Hg)이 있다. 아연은 중요한 생체 물질이다. 아연이 들어가는 단백질이 100종류가 넘는다. 아연이 들어갈 자리에 카드뮴과 수은이 들어가면 심각한 중독 현상이 나타난다.

다음은 란타넘계열 희토류이다. 15가지 원소이다. 4f 그룹은 방이 7개 이고 전자가 14개가 들어간다. 란타넘(La), 세륨(Ce), 프라세오디뮴(Pr), 네오디뮴(Nd), 프로메튬(Pm), 사마륨(Sm), 유로퓸(Eu), 가돌리늄(Gd), 터븀(Tb), 디스프로슘(Dy), 홀뮴(Ho), 어븀(Er), 툴륨(Tm), 이터븀(Yb), 루테튬(Lu)이다. 란타넘부터 유로퓸까지를 경 희토류(Light rare earth element)라 하고, 가돌리늄부터 루테튬까지를 중 희토류(Heavy rare earth element)라 한다.

다음은 악티늄(Ac) 계열이다. 5f 그룹도 방이 7개이고 전자 14개가 들어 간다. 모두 방사선 동위원소이다. 핵 분열 한다. 악티늄(Ac), 토륨(Th), 프로트악티늄(Pa), 우라늄(U), 넵투늄(Np), 플루토늄(Pu)이다.

요즘 원자폭탄은 우라늄 원자폭탄이 아니고 대부분 플루토늄으로 만든다. 플루토늄은 명왕성에서 따온 이름이다. 나가사키 원자 폭탄도 플루토늄 원자폭탄 이었다. 우주 원자력 전지도 플루토늄으로 만든다. 고속증식로에서 우라늄 보다 더 많은 플루토늄이 증식된다. 핵 재처리도 대부분 플루토늄에 관련된 것이다. 미국에는 토륨 원자력 발전소가 있다. 토륨이 지구 상에 우라늄의 4배나 많고, 납보다 많다고 한다. 희토류는 대부분 자성을 띤다. 그래서 모바일 기기의 모터에는 반드시 희토류가 들어간다. 스마트폰은 희토류 없이는 만들지 못한다. 그리고 희토류로 암석의 나이를 측정한다.

주기율표에서 가장 주요한 물질은 산소이다. 산소만 알면 된다. 산소가 다 했다.

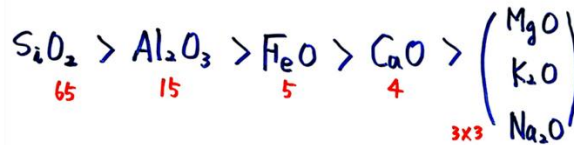
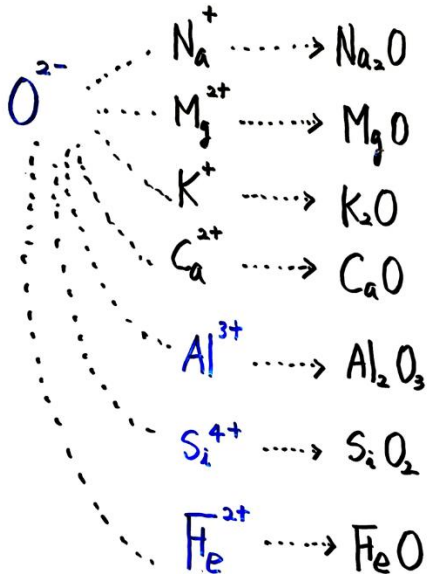
수성, 금성, 지구, 화성, 달에 공통으로 있는 것이 암석이다. 암석이 먼저이다.

산소의 최 외각 전자는 6개인데, 불활성 기체가 되려면 2개의 전자가 더 필요하다.

그래서 전자 2개를 뺏어오면 마이너스 2가(O^{2-})가 된다. 전자를 주는 상대 파트너를 찾아야 한다.

우선 금속 양이온 4형제가 있다. Na, Mg, K, Ca이다.

이 원소들을 산소와 결합시키면 Na_2O , MgO , K_2O , CaO 가 된다.



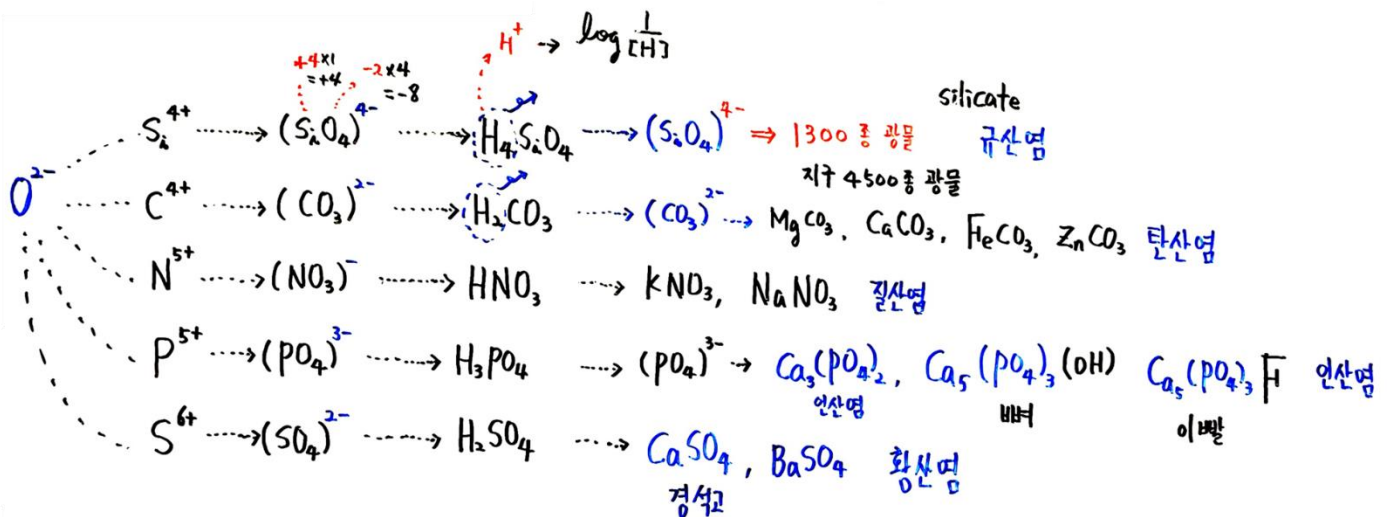
두 번째로 산소와 결합하는 원소가 Al, Si, Fe이다. 결합하면 Al_2O_3 , SiO_2 , FeO 가 된다..

지구 상의 거의 모든 암석은 이 7가지 조암 광물로 분해된다.

지구 표층 광물의 비율이 $SiO_2 > Al_2O_3 > FeO > CaO$ 그리고 MgO , K_2O , Na_2O 순위이다.

65%, 15%, 5%, 4% 그리고 각 3%씩 존재한다.

지구의 반 이상이 유리이다.



산소의 2번 째 결혼은 Si, C, N, P, S와 한다.

그래서 규산염 광물, 탄산염 광물, 질산염 광물, 인산염 광물, 황산염 광물을 만든다.

규산염 광물은 1300여종이나 된다. 지구상에는 약 4500종의 광물이 있다.

탄산염 광물은 $MgCO_3$, $CaCO_3$, $FeCO_3$, $ZnCO_3$ 등이 있다.

질산염 광물은 KNO_3 , $NaNO_3$ 가 있으며

인산염 광물에는 $Ca_3(PO_4)_2$, 동물의 뼈인 $Ca_5(PO_4)_3(OH)_2$, 치아의 에나멜질인 $Ca_5(PO_4)_3F$ 가 있다.

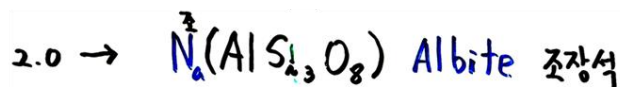
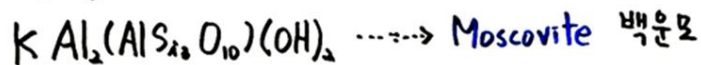
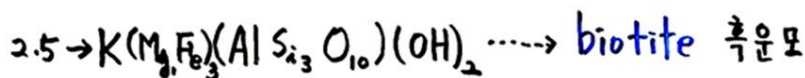
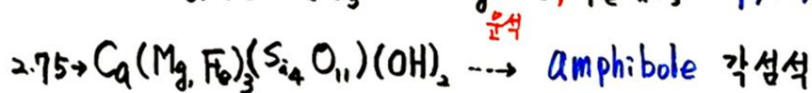
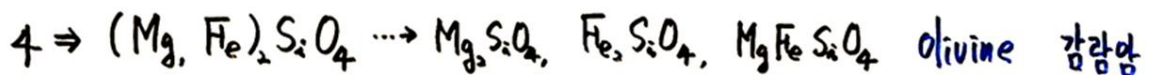
황산염 광물에는 경석고인 $CaSO_4$, 그리고 황산 바륨인 $BaSO_4$ 가 있다.

염은 산에서 양성자가 빠진 자리에 금속 양이온이 결합한 것이다.

암석의 1/3인 규산염 광물을 만들어 보자

(동영상을 참고하시기 바랍니다.)

$$\frac{O}{Si} = 4, 3, 2.75, 2.5, 2 \quad (SiO_4)^{4-}$$



산소와 규소의 비율이 4, 3, 2.75, 2.5, 2가 있다. $(SiO_4)^{4-}$ 이다.

Olivine은 O/Si=4이다. SiO_4 는 전기량은 산소가 -2, 실리콘이 +4 이므로, SiO_4 는 -4이다.

따라서 전기를 중화 시킬 수 있는 양이온이 와야 한다. 그것이 Mg와 Fe이다.

Mg와 Fe의 전하는 각각+2이므로 Mg또는 Fe 2개가 오면 된다. 그래서 결정식은 $(Mg, Fe)_2SiO_4$ 이다.

Mg와 Fe가 여러 조합으로 올 수 있다. 이런 관계를 고용체라 한다.

Pyroxene(휘석)은 실리콘과 산소의 비율이 3이다. 그러므로 SiO_3 가 되고 전기량은 -2이다.

그러면 Mg 또는 Fe가 1개만 오면 된다. 그래서 결정식은 $(Mg, Fe)SiO_3$ 가 된다.

Amphibole(각섬석)은 실리콘과 산소의 비율이 2.75이다. 그러면 Si_4O_{11} 이 된다.

그리고 백운모, 흑운모, 각섬석에는 (OH)기가 2개가 들어 간다. $Si_4O_{11}(OH)_2$ 의 전기량은 -8이 된다.

그러면 양이온으로 Mg와 Fe가 3개가 오고 +2의 전기량을 가진 Ca이 추가된다.

그래서 결정식이 $Ca(Mg, Fe)_3Si_4O_{11}(OH)_2$ 가 된다.

Biotite(흑운모)는 실리콘과 산소 비율이 2.5이다. 그러면 $Si_4O_{10}(OH)_2$ 가 된다.

운모는 알루미늄이 들어 있다. 그래서 알루미늄 하나와 실리콘 하나가 치환된다.

알루미늄은 전기량이 +3이다. 그러면 $AlSi_3O_{10}(OH)_2$ 가 되고 전기량은 -7이 된다.

흑운모는 검다. 검은 색에는 마그네슘과 철이 들어간다. 그래서 Mg, Fe가 3개 들어간다.

그리고 나머지 하나 양이온은 K(칼륨)이 들어가서 결정식은 $K(Mg, Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ 가 된다.

Muscovite (백운모)도 실리콘과 산소 비율이 2.5이다. 백운모이므로 마그네슘과 철을 쓰지 않는다.

대신 알루미늄을 쓴다. 그래서 백운모 결정식은 $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ 가 된다.

장석은 비율이 2이다. 장석에는 물이 없다. 상당히 단단하다. Si_4O_8 이 기본단위이다.

여기서 실리콘 하나를 알루미늄과 치환한다. 그러면 $AlSi_3O_8$ 가 되고 전기량은 -1이다.

전기량이 +1인 양이온은 K과 Na이다. 그래서 칼륨 장석과 나트륨 장석이 된다.

정장석은 결정식이 $K(AlSi_3O_8)$ 이 되는데 가장 중요한 것은 정장석의 색깔이 붉은 색(red)이라는 것이다.

바깥에서 암석을 볼 때 화강암인데 붉은 색을 띠면 정장석이라고 보면 된다.

나트륨 장석은 $Na(AlSi_3O_8)$ 가 된다. Albite(조장석)이다. 바닷물 소금의 기원은 나트륨 장석이다.

칼슘은 전기량이 +2이므로 전기량이 맞지 않다. 그래서 이 경우에는 알루미늄을 하나 더 치환해야 한다.

그래서 사장석은 무르다. 달은 약간 회색이다. 달에는 6000m 두께의 칼슘장석(월장석)이 덮혀 있다.

그러면 결정식이 $CaAl_2Si_2O_8$ 이 된다. Anorthite (회장석)이다.

분자식으로 공부하면 빅뱅에서부터 식물학, 동물학, 암석학, 비료학 모두 연결이 된다.

따로 할 필요가 없다.

정장석이 분해되면 K_2O , Al_2O_3 , $6SiO_2$ 가 나온다.

암석은 전기 중성이다. 반드시 전기량을 맞춰 주어야 한다.

휘석(pyroxene)은 현무암에 많다. 작고 검은 결정이다. 현무암이 검은 것은 운모보다 휘석 때문이다.

Mg와 Fe의 색깔은 검다. 그래서 백운모 같은 흰색 광물에는 쓰이지 않는다.

반면 각섬석이나 흑운모에는 Mg, Fe가 쓰인다.

암석 중 가장 많은 것이 장석이다.

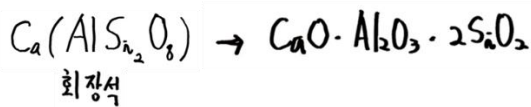
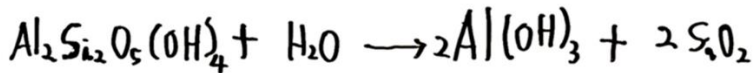
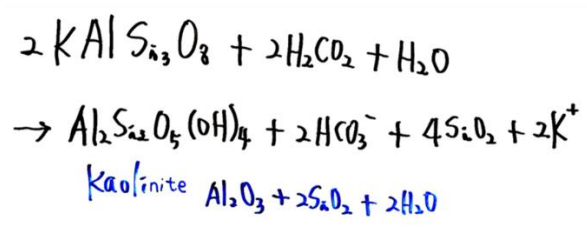
길가다가 발에 차이는 돌의 60%가 장석이고, 장석의 대부분이 회장석이다.

달 표면에 6km 깊이로 회장석이 덮혀 있다.

Si와 Al의 사이즈가 비슷하여 자주 치환된다. 정장석과 조장석에서는 Si 하나가 Al과 치환 된다.

회장석에서는 Si 2개가 Al과 치환된다.

(2교시)



회장석 $Ca(Al_2Si_2O_8)$ 은 CaO , Al_2O_3 , $2SiO_2$ 로 분해된다. 모두 기본 7가지 조암 광물로 분해된다.

화강암은 석영, 장석, 운모로 구성되어 있다. 석영과 운모는 빗물에 녹지 않고 장석만 녹는다.

장석이 녹아 빠져 나가면 석영과 운모가 벌어진다. 석영은 쪼개져서 모래가 된다. 모래는 석영이 쪼개진 것이다.

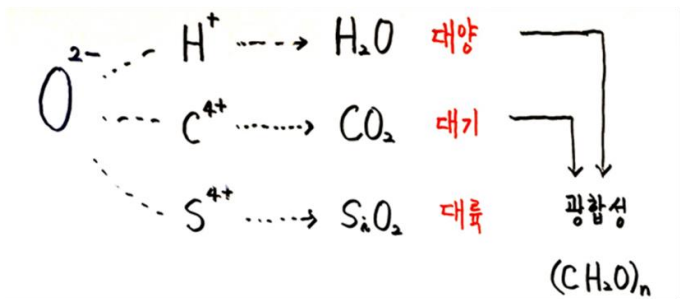
대부분의 한국 섬에는 화강암이 풍화된 모래 사장이 있다. 그러나 제주도 우도에는 산호 모래 사장이 있다.

정장석이 빗물에 의해 고령토(kaolinite)가 되고, 2분자의 탄산염과 4분자의 모래(SiO_2) 그리고 2개의 칼륨이온(K^+) 이 나온다. 그 칼륨 이온이 바닷물에 흘러 들어가서 초기 세포 속에 들어 간다. 암석이 세포보다 먼저이다. 당연히 세포는 암석에서 나온 것으로 재료로 쓸 수 밖에 없다

고령토가 덮고 비가 많이 오는 지역에서는 풍화가 되면

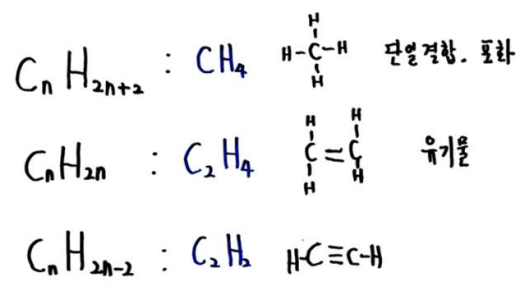
$Al_2Si_2O_5(OH)_4 + H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 2SiO_2$. 적색 라테라이트(Laterite) 토양이 된다.

다음은 산소의 세 번째 결합이다. 생명이 출현한다.



생명: C, H, N, O, P, S

C, H : 탄화수소	지질	아미노산	단백질	핵산 DNA RNA
C, H, O				
C, H, O, N, S				
C, H, O, N, S, P				



산소와 수소가 결합하여 물을 만든다. 대양이 된다.

산소와 탄소가 결합하여 이산화탄소를 만든다. 대기가 된다.

지구 초기 20%의 CO2가 있었다. 지금도 금성과 화성 대기의 90%가 이산화탄소이다.

산소가 규소와 만나 SiO2를 만들고 대륙이 된다.

산소와 기본 원소가 만나서 대양, 대기 대륙이 되었다.

생명은 물과 이산화탄소가 태양을 매개로 광합성을 한다. 그 결과 $(CH_2O)_n$ 형태의 탄수화물이 만들어 진다.

생명은 주기율표에서 H, C, N, O, P, S 가 관여한다. 산소의 역할을 정확하게 이해해야 한다.

C와 H가 결합한 것을 탄화수소라고 한다. 석유와 석탄도 이 범주이다.

C, H, O가 결합하면 탄수 화물과 지질이 된다.

C, H, O, N, S가 결합하면 아미노산과 단백질이 된다.

C, H, O, N, S, P가 결합하면 핵산(DNA, RNA)이 만들어 진다.

유기화학에는 $C_n H_{2n+2}$, $C_n H_{2n}$, $C_n H_{2n-2}$ 형태가 있다.

$C_n H_{2n+2}$ 형태에는 CH4가 있다. 메탈이다. C의 모든 팔이 단일 결합이다. 포화 지방이라 한다.

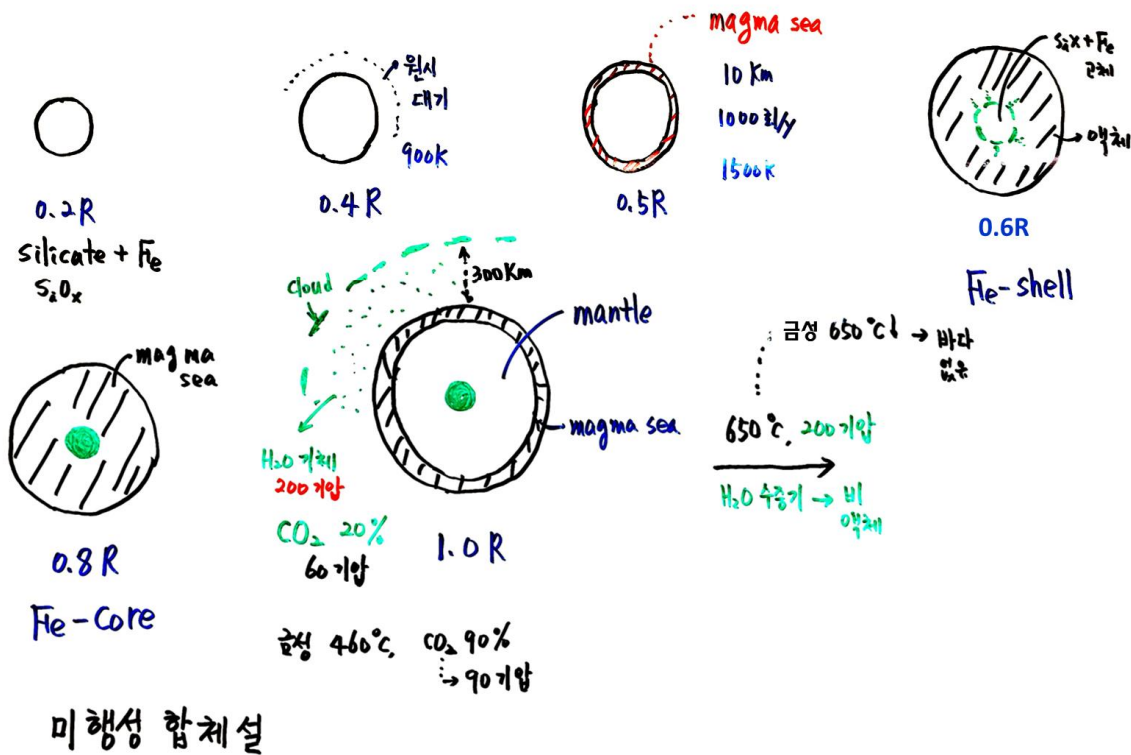
$C_n H_{2n}$ 형태에는 C2H4가 있다. 에틸렌이다. 이중 결합이 한 개 이상 있어야 한다.

$C_n H_{2n-2}$ 형태는 C2H2가 있다. 아세틸렌이다. 삼중결합이 하나 있다.

C와 H 의 결합으로 유기물이 된다. 석유와 석탄이 이런 형태로 되어 있다.

생명은 C, H, N, O, P, S의 행성 지구 표층에서의 순환 사이클이다.

다음은 지구가 형성되는 과정이다.
 미행성 합체설이라고 한다.



지구 나이는 45억 6천만년이다.

현재 지구의 직경을 R로 할 때 초기 지구의 상태변화를 알아본 것 입니다.

0.2R 즉 현재 지구직경의 20% 정도의 크기였을 때 규산염과 철이 대부분이었다.

0.4R 이 되었을 때 지구의 온도는 900도, 태초 대기가 형성.

0.5R 이 되었을 때 직경 10km되는 미행성이 1년에 1000회 정도 지구와 충돌하여(초속 20km/sec)

지구의 온도는 1500도, 표면이 녹아 magma sea가 되었으며,

0.6R 이 되었을 때 철이 지구 내부로 자유낙하하여 철의 껍질(Fe-shell)이 만들어 졌으며,

0.8R 이 되었을 때 지구의 온도는 1700도, 중심에 철 core가 형성 되었고 ,지구 전체는 녹은 상태이며,

1.0R 이 되었을 때 지구의 온도가 떨어져 중심은 철 core, 고체 상태의 mantle,

지각은 액체상태의 magma sea. 대기는 200기압의 수증기와

60기압의 이산화탄소가 300Km까지 뿜어있었다.

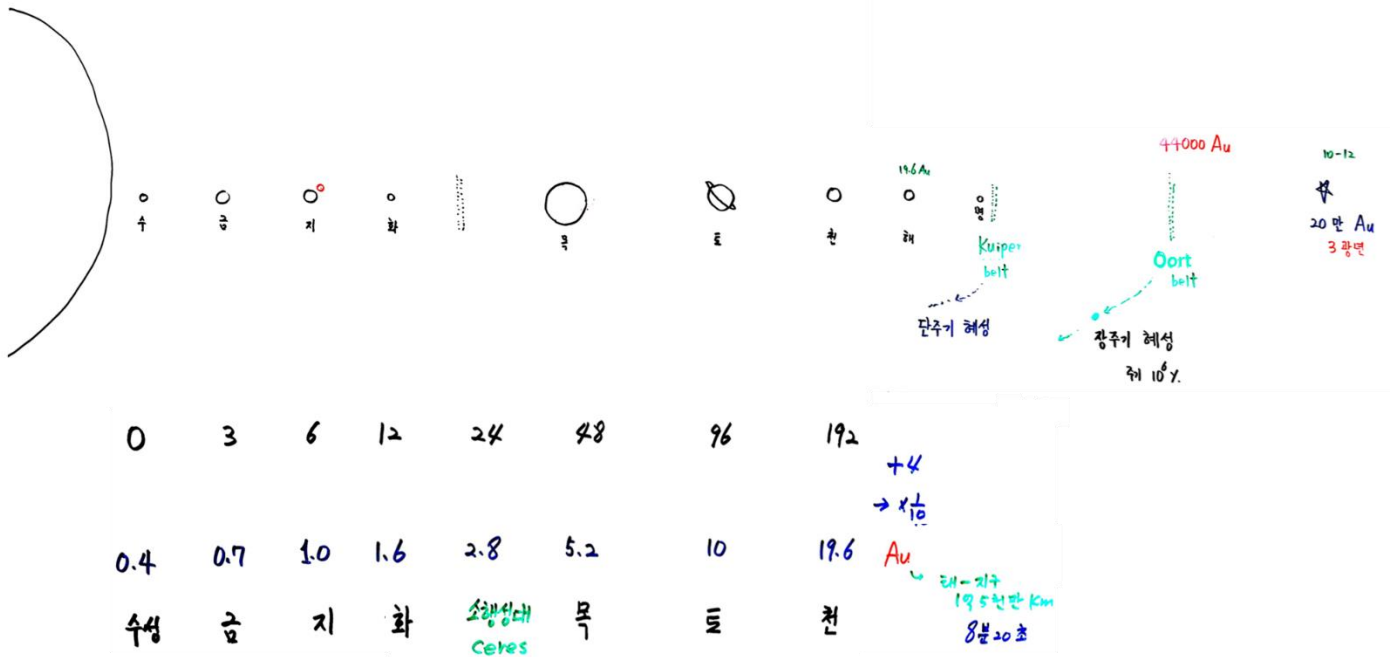
200기압에서 지구 온도가 650도 이하로 떨어 지면 수증기가 액화되어 비가 내리기 시작해서 대양이 생겼다.

금성은 기온이 650도 이하로 떨어지지 않아 비가 내리지 못하고 물이 자외선에 의해

수소로 계속 분해되어 우주 공간으로 날아가 바다가 생기지 못했다.

지구도 초기에는 대기의 20%가 CO2였다. 지금 금성의 기온은 460도 C이고 대기는 98%가 CO2이다. 90기압이다.

지구 초기 20억년 동안 지구 대기에 산소가 없었다.



태양계는 수성, 금성, 지구, 화성, 소행성대, 목성, 토성, 천왕성, 해왕성, 명왕성, 카이퍼 벨트(Kuiper belt), 오르트 벨트(Oort belt)로 구성되어 있다. 소행성대에서 찾은 행성이 Ceres 왜 행성이다. 직경이 960km이다.

티티우스 보데의 법칙: 태양과 행성간의 거리를 나타내 주는 법칙(단위: Au)

1Au는 태양-지구까지 거리로 1억 5천만 km이며 빛으로 8분 20초 걸린다.

태양계 ⇒ 8 개 행성

3 개 왜 행성 : Ceres, Eris, 명왕성
 2400km 2400km 2400km

10 만개 : 소행성 → 1 km 10 만개
 10 km 1 만개
 100 km 300 개

혜성

태양계는 8개의 행성, 3개의 왜 행성, 10만개가 넘는 소행성으로 구성되어 있다.

왜 행성에는 Ceres(970km), Eris(직경 2400km), 그리고 명왕성(직경 2400km)이 있다.

Eris를 2003년에 발견하였다. 그 후 명왕성을 행성에서 제외하였다. 또한 행성이 되려면 자기 영향권이 있어야 하는데 명왕성은 그렇지 못했다.

소행성에는 지름 100km짜리가 300개, 10km짜리가 10,000개, 직경 1km짜리가 10만개가 있다.

1km 소행성이 지구에 떨어진다면 히로시마 원자 폭탄의 200만배 위력이다. 10km 소행성이 떨어진다면 지구 생명 대부분이 멸종한다. 그런 소행성이 소행성대에 10,000개나 있다는 것이다.

혜성도 100,000개 정도 있다고 본다.

혜성에는 kuiper belt에서 빠져 나와 태양까지 가는 단주기(수 백년 미만) 혜성과 Oort belt에서 빠져 나오는 장주기 혜성이 있다.

태양에서 Oort belt까지 거리가 44,000 Au이다. 동위원소 등의 측정에서 Oort belt가 태양계 가족이라는 사실은 확인되었다..

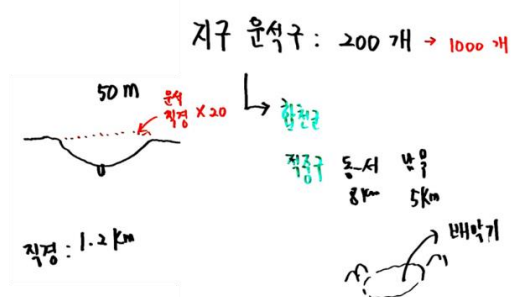
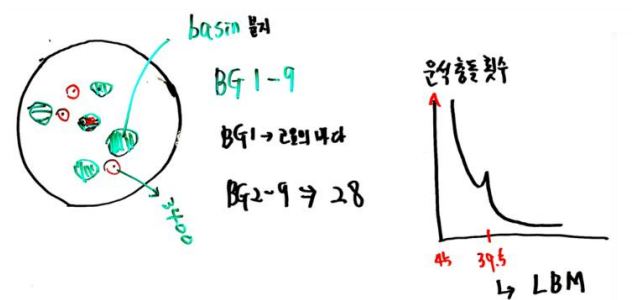
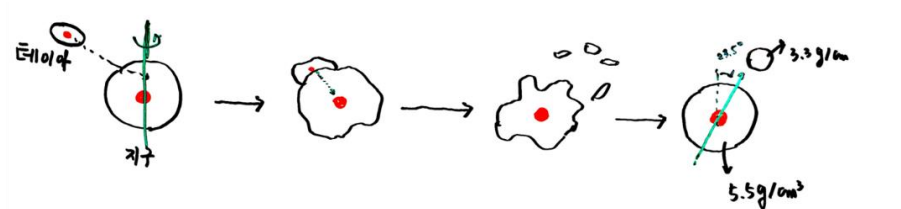
Oort belt가 원래는 가까이 있었는데 다른 별의 영향으로 멀어졌다.

20만 Au(3광년)안에 10-12개의 다른 별이 Oort belt에 중력을 행사한다. 그러면 Oort belt에서 다른 별의 중력에 의해서 밀려 나오는 것이 장주기 혜성이다.

장주기 혜성의 주기는 대략 100만년 정도이다. 인류가 최근에 와서 이해하게 된 사실들이다.

3광년 안에 별들이 있는데 최근에 발견된 별들이다. 가까운 별을 발견하기가 어렵다. 너무 희미하기 때문이다.

Eris도 2003년에야 발견되었다.



<달의 생성 경위 >

지구의 달이 특별한 것은 그 크기가 엄청 크다는 것이다. 목성에 30여개의 위성이 있으나 그렇게 크지 않다.

지구가 지금 크기의 90% 정도일 때 테이아라는 천체가 지구와 부딪혔다

테이아의 핵이 대부분 지구로 흡수되고, 떨어져 나간 조각들이 합쳐져 달이 되었다.

지구의 밀도가 5.5g/cm^3 이고, 달의 밀도는 3.3g/cm^3 이다. 지금은 달에 핵이 거의 없다고 생각한다.

달에는 마그네틱 필드가 거의 없다. 액체 상태의 핵이 없다는 증거이다.

충돌로 인해서 지구의 자전축이 23.5도로 기울어 졌다.

지구 쪽에서 보는 달 표면은 basin 그룹이 9개 있다. basin 그룹 1이 고요의 바다이다.

그룹 2에서 9까지에는 28개의 basin이 있다. basin은 분지이다.

운석 충돌 극대기(LHB: late heavy bombardment)가 41억년- 39.5억년이다. 그 이후로 충돌 회수가 줄어 들었다.

달의 뒤 쪽에는 basin이 많지 않다.

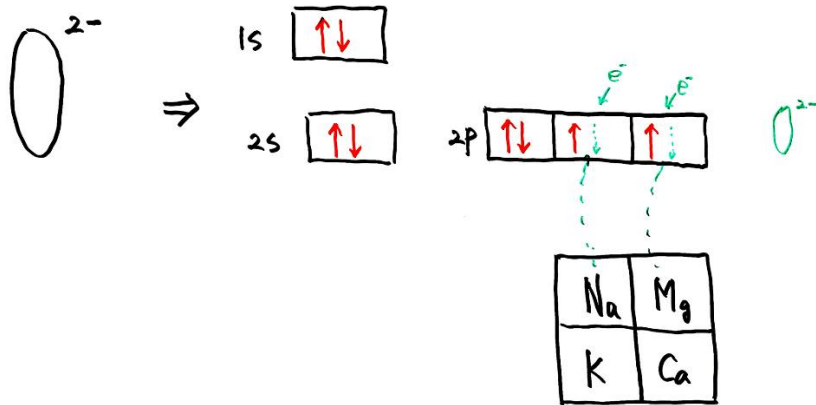
달에 크레이트는 3400개가 있다. 지구의 운석구는 200개가 확인되었다. 바다에 떨어진 것까지 합하면 지구에도 최소 1000개 이상일 것으로 추정하고 있다.

아리조나 베링거 운석구(barringer crater)가 유명하다. 아리조나 운석구는 5만년 전에 직경 50m의 운석이 떨어졌다. 운석구의 직경이 1.2km 이며 깊이는 170m이다. 운석 크기의 20배가 운석구의 직경이다..

한반도에도 운석구가 있다. 경남 합천군 초계면에 적중구라는 운석구가 있다. 동서 직경이 8km이고 남북 직경이 5km이다. 기반 암이 중생대 백악기 암석이 나온다. 백악기에 충돌했다는 의미이다.

달에 운석구가 3400개 있다는 것을 보면 행성 전체에 아주 일반적인 것이고, 지구도 그렇게 해서 만들어 진 것이다.

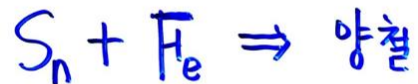
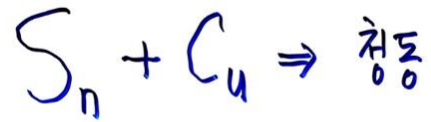
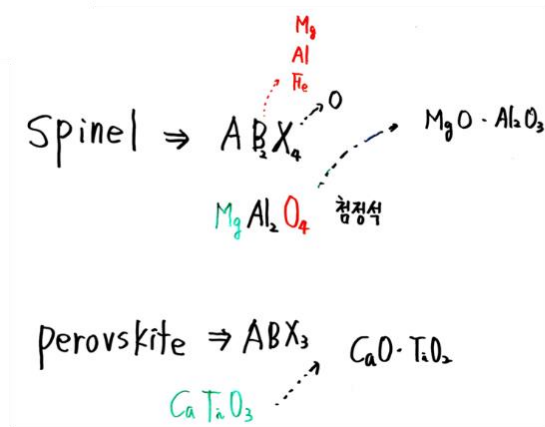
오늘 강의는 산소와 만나는 것이다.



산소에는 전자 방이 1s, 2s에 각 1개 2p에 3개가 있다. 한 방에 전자가 2개 들어 간다. 스핀은 반대로 들어간다.

1s에 전자 2개, 2s에 전자 2개 들어간다. 2p에는 방이 3개이다. 2p 각 방에 전자를 하나씩 넣고 남은 1개를 2p 첫 번째 방에 넣는다. 산소는 전자 2개를 더 얻고 싶어 한다. 전자를 2개 더 얻어 오면 전하는 -2가 된다.

전자 2개를 주는 중요한 소스가 Na, Mg, K, Ca이다.



garnet \Rightarrow Al-silicate



꼭 알아야 할 암석의 종류 3가지가 있다.

Spinel, Perovskite, Garnet이다.

Spinel의 결정식은 AB_2X_4 이다. B에는 Mg, Al, Fe가 들어간다. X는 O가 들어간다.

예를 들면 $MgAl_2O_4$, 청정석이다. Spinel은 화강암, 현무암보다 더 많은 암석이다.

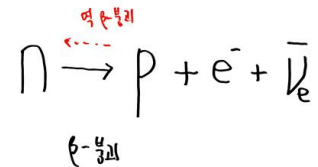
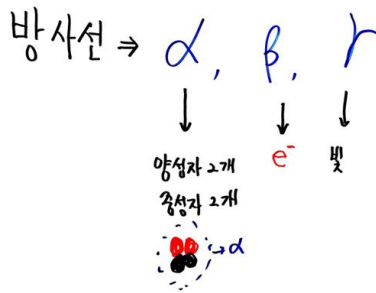
Perovskite의 결정식은 ABX_3 이다. 예를 들면 $CaTiO_3$ 이다.

Garnet은 Al-silicate이다. 기본식이 $Al_2(SiO_4)_3$ 이다. 전기량은 -6이다.

그래서 $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$ 또는 $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$ 가 된다.

주석과 구리를 합하면 청동이 되고, 주석과 아연을 결합하면 황동이 되고, 주석과 철을 합하면 양철이된다.

(동영상을 참고 하시기 바랍니다)



14

218 Po와 214 Po도 210 Po의 동위 원소이다.

214 Po는 방사선 붕괴를 통해 210 Bi가 되고, 210 Bi가 베타붕괴를 하면 210Pb가 된다.

214Bi와 210Bi도 동위 원소이다.

마지막으로 210 Pb는 방사선 붕괴를 통해 206 Pb가 된다. 여기서 스톱한다. 206 Pb는 stable해진다.

납(Pb)은 질량수 214, 210, 206인 동위원소가 있다.

이제야 지구상에 납이 왜 그렇게 많은지 이해하게 된다

알파붕괴는 알파입자가 빠져 나간다. 양성자 2개와 중성자 2개가 나가므로 질량 수는 4가 줄어들고, 원자번호도 2가 줄어든다.

베타붕괴는 중성자가 양성자로 바뀌면서 전자와 앤티 전자 뉴트리노가 나온다.

질량수는 변하지 않고 원자 번호가 1개 늘어난다.

$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$ 를 베타붕괴라고 하고 반대로 가는 것을 역 베타붕괴라고 한다.

방사선에는 알파선, 베타선, 감마선이 있다.

알파선은 알파입자의 흐름이고, 베타선은 전자, 감마선은 포톤의 흐름이다.

방사선 붕괴 계열이 4가지가 있다.

$^{238}\text{U} \rightarrow \dots \rightarrow ^{206}\text{Pb} \quad 8\alpha \quad 6\beta$

$^{235}\text{U} \rightarrow \dots \rightarrow ^{207}\text{Pb} \quad 7\alpha \quad 4\beta$

$^{232}\text{Th} \rightarrow \dots \rightarrow ^{208}\text{Pb} \quad 6\alpha \quad 4\beta$

$^{237}\text{Np} \rightarrow \dots \rightarrow ^{209}\text{Bi} \quad 7\alpha \quad 4\beta$

우라늄과 아르곤 방사선 붕괴를 통해 지구 내부 온도가 덩어지고 있다. 전 지구적 에너지 문제이다.

수고하셨습니다.